

Liste der Familienmitglieder

2 family member for:

DE10016534

Derived from 1 application.

- 1 Dust protection for working laser unit, induces longitudinal gas flow towards workpiece and exerts ambient pressure in working region**

Veröffentlichungsdaten: DE10016534 A1 - 2001-10-04

DE10016534 C2 - 2002-11-21

Daten sind von der **esp@cenet** Datenbank verfügbar - Worldwide

Dust protection for working laser-unit, induces longitudinal gas flow towards workpiece and exerts ambient pressure in working region

Veröffentlichungsnummer DE10016534

Veröffentlichungsdatum: 2001-10-04

Erfinder JENDICK MANFRED (DE)

Anmelder: PLM AB (SE)

Klassifikation:

- Internationale: B23K26/14; B41C1/10; B23K26/14; B41C1/10; (IPC1-7): B27M1/00; B23K26/16;
B23K26/14; B29C59/16; B44C1/22

- Europäische: B23K26/14

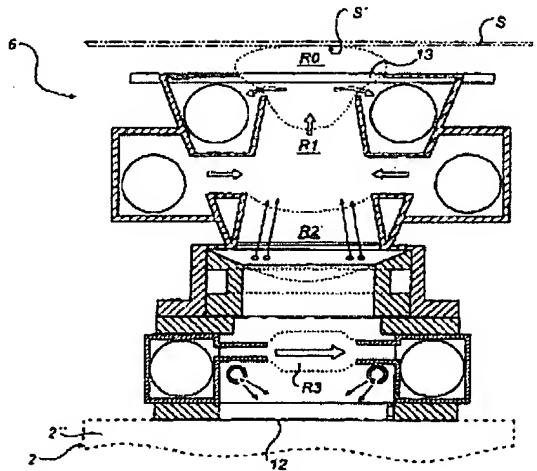
Anmeldenummer: DE20001016534 20000403

Prioritätsnummer(n): DE20001016534 20000403

[Datenfehler hier melden](#)

Zusammenfassung von DE10016534

Ambient pressure is exerted in the working region (S'). A longitudinal gas flow towards the working region, is induced in a region (R1) located between the working region and the laser unit. An Independent claim is included for the corresponding apparatus. A further claim covers the entire laser processing apparatus with dust protection as described, and a workpiece feed system. Preferred features: During gas introduction, gas is removed from the neighborhood of the working region. The longitudinal gas flow is accelerated toward the working region. The region (R1) is located in a channel of a casing between the laser unit and the working region. The channel extends between a beam entrance opening and a beam exit opening of the casing. The process further includes supply of gas to, and its removal from the channel at separate internal locations, the quantity supplied being essentially that removed. The longitudinal gas flow is developed over the full cross section, and is directed towards the beam exit opening. A pressure obstruction is formed in a second region (R2) of the channel, between the first (R1) and the laser unit. Gas is supplied at opposed inlets perpendicular to the longitudinal axis in the first region, to form the longitudinal flow. Opposed inlets cover the entire cross section with flow. A separate peripheral gas flow is produced along the channel in the first region by at least one input. Flow is directed towards the working region. Gas is led off near the beam exit opening, preferably in at least two diametrically opposed directions. Lateral gas flow is produced in a third region (R3) of the channel, between the first region (R1) and the laser unit. The flow is produced between opposite openings in the side wall and covers a full cross section of the channel. Lateral flow takes place essentially perpendicular to the longitudinal central line of the channel. Gas is supplied and led away through opposed openings at essentially the same rates. Pressure is measured in at least one location in the casing and gas removal rate from the casing is controlled from the measurement. Pressure is maintained at ! 1 kPa relative to ambient, in the working region. The channel is non-circular in the first region. It is rectangular, especially square with openings in the corners. The channel constricts to cause flow acceleration.



(12) **Offenlegungsschrift**
(10) **DE 100 16 534 A 1**

(51) Int. Cl.⁷:
B 23 K 26/16
B 23 K 26/14
B 44 C 1/22
B 29 C 59/16
// B27M 1/00

(21) Aktenzeichen: 100 16 534.6
(22) Anmeldestag: 3. 4. 2000
(23) Offenlegungstag: 4. 10. 2001

(71) Anmelder:
PLM AB, Malmö, SE

(74) Vertreter:
Glawe, Delfs, Moll, Patentanwälte, 80538 München

(72) Erfinder:
Jendick, Manfred, 45661 Recklinghausen, DE

(56) Entgegenhaltungen:
DE 20 52 512 A
DE 298 16 109 U1
EP 02 08 175 B1

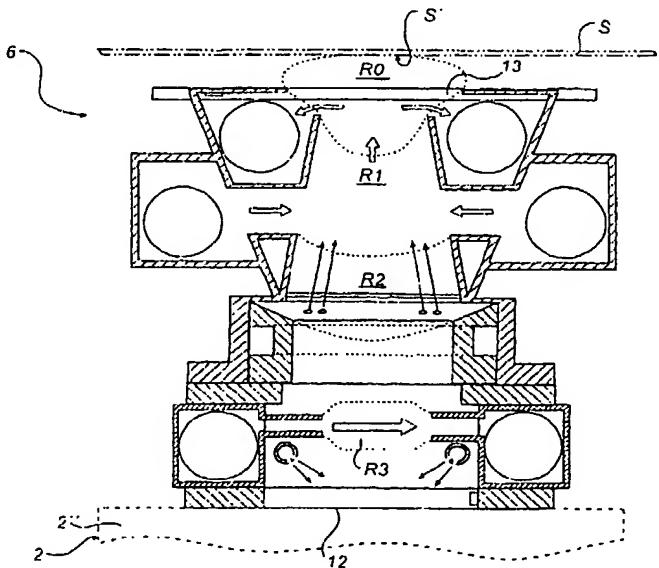
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Staubschutz in einer Laserbearbeitungsvorrichtung

(55) Bei einem Verfahren zum Schutz einer Lasereinheit (2) vor Staub während der Laserbearbeitung eines Bearbeitungsziels oder Werkstücks (S) in einem Bearbeitungsbereich (S') wird im wesentlichen Umgebungsdruck an der Bearbeitungsfläche (S') aufrecht erhalten, und ein zur Bearbeitungsfläche (S') hin gerichteter longitudinaler Gasstrom wird in einem ersten Bereich zwischen dem Bearbeitungsbereich (S') und der Lasereinheit (2) erzeugt, wodurch wirksam verhindert wird, daß Staub sich zur Lasereinheit (2) hin bewegt und gleichzeitig die auf das Werkstück (S) wirkenden Kräfte minimiert werden.

Eine entsprechende Staubschutzvorrichtung (6) definiert einen Kanal (11), der sich von einer der Lasereinheit (2) zugewandten Strahlungseinlaßöffnung (12) zu einer dem Werkstück (S) zugewandten Strahlungsauslaßöffnung (13) erstreckt. Eine Gassteuerungseinheit kommuniziert mit dem Kanal (11) zur Gaszufuhr dazu durch mindestens eine Gaseinlaßöffnung (16, 17), die von der Strahlungsauslaßöffnung (13) beabstandet ist. Gleichzeitig führt die Gassteuerungseinheit Gas vom Kanal (11) durch mindestens eine Gasauslaßöffnung (32, 23) in der Nähe der Strahlungsauslaßöffnung (12) ab.



DE 100 16 534 A 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Lasermaterialbearbeitung, insbesondere auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Schutz einer Lasereinheit vor Staub oder Bruchstücken, die während der Laserbearbeitung eines Bearbeitungsziels oder Werkstücks oder Substrats im Bearbeitungsbereich entstehen.

[0002] Die vorliegende Erfindung ist besonders nützlich im Zusammenhang mit einer Vorrichtung zum Lasergravieren oder -markieren. Daher wird der technische Hintergrund der Erfindung sowie Ziele und Ausführungsformen davon mit Bezug auf Lasergraviervorrichtungen beschrieben. Die Erfindung kann jedoch auch im Zusammenhang mit Geräten für jede andere Art von Lasermaterialbearbeitung, beispielsweise andere Laser-Oberflächen-Behandlung, Laserschneiden und Laserschweißen Anwendung finden.

[0003] Wie beispielsweise in DE-A1-43 38 774 oder DE-A1-44 05 203 offenbart, umfaßt eine Lasergraviervorrichtung im allgemeinen eine Lasereinheit und eine Werkstück-Führungseinrichtung, welche unterhalb der Lasereinheit angeordnet und zum Führen eines Werkstücks an der Lasereinheit vorbei ausgebildet ist. Die Lasereinheit umfaßt einen zur Erzeugung von Laserstrahlung ausgebildeten Laserabschnitt und einen Steuerungsabschnitt, der dazu ausgebildet ist, die Laserstrahlung auf das mit lasergravirten Markierungen zu versehende Werkstück zu lenken und zu fokussieren. Wenn das Werkstück laserbearbeitet wird, wird Material vom Werkstück in Form kleiner Teilchen abgetragen. Diese Teilchen oder Bruchstücke rufen insgesamt Staub her vor, der entweder auf der Oberfläche des Werkstücks haftet oder infolge des Beschusses mit der Laserstrahlung vom Werkstück wegfliegt. In einer solchen Vorrichtung ist es wichtig, Staub am Eintreten in die Lasereinheit zu hindern, da die Anwesenheit von Staub möglicherweise zu einer Verschlechterung oder Zerstörung jeder darin enthaltenen optischen Komponente führen kann.

[0004] In einer in EP-A1-0 085 484 offenbarten Lasergraviervorrichtung wird eine nicht weiter beschriebene Luftschieleier-Anordnung im Zusammenhang mit einem hängenden Faltenbalg zwischen der Lasereinheit und einem darunterliegenden Graviergebiet benutzt, um das Eindringen von Staub in die Lasereinheit zu verhindern. Solch eine Anordnung mag ausreichen, um in der Umgebungsluft enthaltenen Staub vom Eindringen in die Lasereinheit abzuhalten. Jedoch können Staub oder Bruchstücke, die im Graviergebiet infolge von Material, das vom Werkstück abgetragen wird, produziert werden, dennoch in die Lasereinheit eintreten. Dieses Problem wird beim Hochpräzisionsgravieren verschärft, wenn der Abstand von der Lasereinheit zum Graviergebiet reduziert werden muß, wodurch die Stauberzeugungsquelle näher an die empfindliche Lasereinheit gebracht wird.

[0005] Offensichtlich wäre die Situation noch verschlechtert, wenn die Lasereinheit unterhalb des Graviergebietes angeordnet wäre, da die Schwerkraft eine Ansammlung von Staub auf der Lasereinheit fördern würde. Wenn zwei entgegengesetzte Seiten eines Werkstücks mit gravirten Markierungen zu versehen sind, insbesondere die Markierungen auf beiden Seiten präzise relativ zueinander angeordnet sein müssen, ist es vorteilhaft oder sogar notwendig, das Werkstück von beiden Seiten zu gravieren. Wenn das Werkstück zwischen den Gravievorgängen umgedreht werden muß, kann die positionelle Beziehung zwischen beiden Seiten leicht verloren gehen. Dies Problem wird verschärft, wenn eine kontinuierliche Materialbahn zu gravieren ist, da der Umdrehvorgang erschwert ist und viel Raum benötigt. Solch ein Umdrehvorgang ist häufig nicht mit hohen Pro-

duktionsgeschwindigkeiten zu vereinbaren. Weiterhin ist durch die Benutzung zweier aufeinanderfolgender Gravierstationen zum Gravieren einer entsprechenden Seite der Bahn und einer dazwischen liegenden Umdreh-Station zum

5 Umdrehen der Bahn der Abstand zwischen den Gravierstationen so groß, daß es schwierig ist, eine positionelle Beziehung zwischen den Markierungen auf den entgegenliegenden Seiten der Bahn aufrechtzuerhalten.

[0006] Wenn schließlich das mit den lasergravirten Markierungen zu versende Werkstück klein, leicht und/oder aus flexiblen Material gefertigt ist, kann eine herkömmliche Luftschieleier-Anordnung in unerwünschter Weise die Position oder Form des Werkstücks während des Gravievorgangs verändern.

[0007] Es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung, die obengenannten Nachteile zu verhindern oder mindestens abzuschwächen und ein verbessertes Verfahren und Vorrichtung zum Schutz einer Lasereinheit vor Staub während der Bearbeitung eines Werkstücks oder Substrats im Bearbeitungsbereich bereitzustellen. Die Aufgabe der Erfindung zielt insbesondere darauf, das Eintreten von Staub in die Lasereinheit im wesentlichen zu verhindern und gleichzeitig die Hochpräzisions-Laserbearbeitung aller Arten von Werkstücken zu erlauben.

[0008] Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen minimalen Einfluß auf die Position und Form des Werkstücks während der Bearbeitung desselben im Bearbeitungsbereich auszuüben.

[0009] Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, die Laserbearbeitung von jeder der beiden Seiten, oder beiden Seiten, eines Werkstücks zu ermöglichen.

[0010] Diese und andere Ziele wurden, wie aus der folgenden Beschreibung hervorgeht, durch ein Verfahren und eine Vorrichtung erreicht, wie sie in den unabhängigen Ansprüchen beschrieben sind. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0011] Durch die Erzeugung eines Umgebungsdrucks im Bearbeitungsbereich werden die auf das Werkstück wirkenden Kräfte minimiert. Daher können unter Berücksichtigung

40 des erreichten Maßes an Stabschutz alle möglichen Arten von Werkstücken bearbeitet werden, sogar kleine, leichte und/oder flexible Werkstücke. Durch die Erzeugung eines longitudinalen Gasstroms, der in einem ersten Bereich zwischen dem Bearbeitungsbereich und der Lasereinheit zum Bearbeitungsbereich hin gerichtet ist, wird Staub wirksam von einer Bewegung zur Lasereinheit hin gehindert. Weiterhin erlaubt das Verfahren und die Vorrichtung der Erfindung die Laserbearbeitung von unterhalb des Werkstücks, da der longitudinale Gaststrom im ersten Bereich so eingerichtet werden kann, daß er entgegen der Gravitationskraft auf den Staub, der auf dem Werkstück während der Bearbeitung erzeugt wird, wirkt.

[0012] In einer ersten Ausführungsform wird Gas gleichzeitig in der Nähe des Bearbeitungsbereichs abgeführt und 55 dem ersten Bereich zwischen dem Bearbeitungsbereich und der Lasereinheit zugeführt, wodurch der Umgebungsdruck im Bearbeitungsbereich sowie der zum Bearbeitungsbereich hin gerichtete Gasstrom erzeugt wird. Vorzugswise wird der longitudinale Gasstrom zum Bearbeitungsbereich hin beschleunigt, um die Eignung des Gasstrom, der auf den Staub wirkenden Gravitationskraft entgegenzuwirken, weiter zu verbessern.

[0013] In einer anderen Ausführungsform ist ein Gehäuse 60 zwischen der Lasereinheit und dem Bearbeitungsbereich angeordnet. Ein Kanal erstreckt sich innerhalb des Gehäuses von einer der Lasereinheit zugewandten Strahlungseinlaßöffnung und einer Strahlungsauslaßöffnung, die dem Bearbeitungsbereich zugewandt und im allgemeinen in dessen

Nähe angeordnet ist. Gas wird gleichzeitig an unterschiedlichen Stellen im Kanal diesem zugeführt und aus diesem abgeführt. Indem die Gaszufuhr- und -abfuhraten im Gehäuse ausgeglichen werden, wird sichergestellt, daß der Druck an der Strahlungsauslaßöffnung und praktisch ebenso im Bearbeitungsbereich im wesentlichen auf Umgebungsdruck gehalten werden. Bei einer einfachen und wirksamen Anordnung wird die Ausgleichung der Gaszufuhr- und -abfuhraten durch die Steuerung der Gasabfuhrrate bewirkt, so daß im wesentlichen Umgebungsdruck im Bearbeitungsbereich erzeugt wird.

[0014] Vorteilhafterweise wird die Gasabfuhr in der Nähe der Strahlungsauslaßöffnung bewirkt, da eine solche Abfuhr die Steuerung des Druck an der Strahlungsauslaßöffnung erleichtert. Außerdem kann erzeugter Staub vom Bereich um die Strahlungsauslaßöffnung entfernt werden. Daher kann das Werkstück während der Bearbeitung von Staub gereinigt werden.

[0015] Vorzugsweise wird der longitudinale Gasstrom im wesentlichen über einen vollen Querschnitt des Kanals im ersten Bereich erzeugt. In einer Ausführungsform wird dies durch die Zufuhr von Gas in den ersten Bereich durch mindestens ein Paar von entgegengesetzten Gaseinlaßströmen, welche zusammenwirken, um den zum Bearbeitungsbereich hin gerichteten Gasstrom zu erzeugen. Vorzugsweise überstreichen die entgegengesetzten Gaseinlaßströme einen vollen Querschnitt des Kanals im ersten Bereich. Beim Eintritt in den Kanal sind die entgegengesetzten Gaseinlaßströme vorzugsweise im wesentlichen senkrecht zur longitudinalen Mittellinie des Kanals gerichtet, so daß sie aufeinandertreffen und gemeinsam den longitudinalen Gasstrom über den gesamten Querschnitt des Kanals bilden.

[0016] In einer anderen Ausführungsform wird ein peripherer Gasstrom getrennt entlang einem peripheren Kanalbereich im ersten Bereich erzeugt. Vorzugsweise wird dies dadurch erreicht, daß ein oder mehrere Gasströme von der Kanalperipherie auf den Bearbeitungsbereich gerichtet werden. Solche Gasströme wirken der Bildung von Sogbereichen in der Nähe der Kanalwände entgegen, besonders in dessen Ecken. Weiterhin können solche Gasströme dahingehend unterstützend wirken, daß erzeugter Staub vom Werkstück zur Strahlungsauslaßöffnung bewegt wird, wo er wirksam entfernt wird.

[0017] Vorzugsweise wird Gas in mindestens zwei diametral entgegengesetzten Richtungen in der Nähe der Strahlungsauslaßöffnung abgeführt. Diese Anordnung erlaubt eine ausreichende Steuerung des Drucks im Bearbeitungsbereich, sowie eine wirksame Entfernung von Staub aus dem Bearbeitungsbereich.

[0018] In einer weiteren Ausführungsform wird eine Drucksperrre in einem zweiten Bereich des Kanals erzeugt, vorzugsweise zwischen dem ersten Bereich und der Lasereinheit. Die Drucksperrre, d. h. ein Bereich höheren Drucks, vom Bearbeitungsbereich gesehen, wirkt unterstützend, um Staub vom Erreichen der Lasereinheit abzuhalten.

[0019] In einer weiteren Ausführungsform wird ein lateraler Gasstrom in einem dritten Bereich im Kanal erzeugt, vorzugsweise zwischen dem ersten Bereich und der Lasereinheit. Der laterale Gasstrom wird zwischen entgegengesetzten Öffnungen in einem Seitenwandbereich des Kanals erzeugt, vorzugsweise in der Form eines Gasschleiers, der einen vollen Querschnitt des Kanals in der lateralen Richtung überstreicht. Sämtlicher Staub, der den ersten Bereich sowie, falls vorhanden, den zweiten Bereich durchquert, ist bedeutend abgebremst und wird durch einen solchen lateralen Gasstrom wirksam entfernt. Vorzugsweise wird der laterale Gasstrom durch Ausgleichung der entsprechenden Gaszufuhr- und -abfuhraten erzeugt, so daß der laterale Gas-

strom davon abgehalten wird, mit dem Strömungsfeld im ersten Bereich zu wechselwirken und dieses möglicherweise zu stören.

[0020] In einer Ausführungsform weist der Kanal einen nicht kreisförmigen Querschnitt auf, zumindest im ersten Bereich. Diese Anordnung verhindert jede Bildung von wirbelnder Gasbewegung im ersten Bereich. Solch eine wirbelnde Gasbewegung, beispielsweise um die longitudinale Achse des Kanals, würde eine zentrale Niedrigdruckzone aufweisen, in der sich Staub zur Lasereinheit hin bewegen könnte. Vorzugsweise ist der Querschnitt vieleckig. Um der Bildung von Sogbereichen in der Nähe der Kanalwände, insbesondere in den Ecken des Vielecks, entgegenzuwirken, sind vorzugsweise strömungserzeugende Öffnungen in einem Seitenwandbereich des Kanals vorgesehen, vorzugsweise in den Ecken. Jede strömungserzeugende Öffnung hat eine Form und Position, um einen Gasstrom entlang einem peripheren Bereich des Kanals zum Bearbeitungsbereich hin zu erzeugen.

[0021] Im folgenden wird eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung mit Bezug auf die beigefügten schematischen Zeichnungen beschrieben.

[0022] Fig. 1 ist eine Seitenansicht einer Lasergraviervorrichtung in einer Anordnung zur Herstellung von Getränkedosenverschlüssen, wobei die Lasergraviervorrichtung eine Staubschutzvorrichtung gemäß der Erfindung aufweist.

[0023] Fig. 2 ist eine Seitenansicht der Staubschutzvorrichtung der Fig. 1.

[0024] Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht entlang der Mittellinie der Staubschutzvorrichtung der Fig. 2.

[0025] Fig. 4 entspricht Fig. 3 und verdeutlicht schematisch Bereiche unterschiedlicher Gascharakteristik im inneren der Staubschutzvorrichtung.

[0026] Fig. 5 ist eine perspektivische Ansicht der Staubschutzvorrichtung der Fig. 2-4.

[0027] Fig. 6 ist eine leicht geneigte Rückansicht der Staubschutzvorrichtung der Fig. 5.

[0028] Fig. 1 zeigt einen Teil einer Anordnung zur Herstellung markierter Verschlüsse oder Öffnungsringe zum Einsatz in die Deckelflächen von Getränkendosen (nicht gezeigt). Ein dünner Metallstreifen 5 wird von einer Versorgung 1 zu einer Lasereinheit 2 geführt, die von einem Trägerteil 3 getragen wird, und schließlich einer verschlußzeugenden Einheit 4 zugeführt, die von einer an sich bekannten Art ist und Verschlußstücke durch Stoßen und Stanzen des Streifens S erzeugt (siehe z. B. die Abhandlung "This is PLM Fosie", herausgegeben von der Firma des Annehmers PLM Fosie AB Mitte der neunziger Jahre). Der Streifen S wird beim Vorbeiführen an der Lasereinheit 2 von einer Führungseinrichtung 5 geführt und von der Versorgung 1 mit Hilfe eines Zuführungsmittels (nicht gezeigt), das im Zusammenhang mit der verschlußzeugenden Einheit 4 vorgeschen ist, zugeführt. Die Lasereinheit 2 ist ein Hochleistungs- und Hochgeschwindigkeits-Typ und geeignet,

[0029] Gravierungen oder Markierungen in der Oberfläche des Streifens S zu erzeugen. Diese Lasereinheit 2 umfaßt einen Laserabschnitt 2', welcher zur Erzeugung von Laserstrahlung einer geeigneten Wellenlänge eingerichtet ist, und einen sogenannten Lenkabschnitt 2", der zum Empfangen der Laserstrahlung vom Laserabschnitt 2' und zum Fokussieren und Lenken der erzeugten Strahlung auf eine bestimmte Stelle auf der Oberfläche des Streifens S eingerichtet ist. Auf diese Weise wird eine Laserbearbeitungsfläche S' (Fig. 2-4) an der Oberfläche des Streifens S gebildet.

[0030] Da für die Markierungen zur Verfügung stehende Verschlußoberfläche sehr klein ist, muß die Laserstrahlung genau auf dem Streifen S positioniert werden und der Streifen S muß ebenfalls während des Lasergraviervor-

gangs genau positioniert werden. Im allgemeinen besteht der Streifen S aus Aluminium mit einer Dicke von etwa 0.24 mm und einer Breite von etwa 67 mm. Solch ein Streifen S wird sich selbst unter dem Einfluß relativ kleiner an der Oberfläche angreifender Kräfte verbiegen.

[0030] Zwischen dem Lenkabschnitt 2" und der Führungsvorrichtung 5 ist eine Staubschutzvorrichtung 6 vorgesehen. Die Staubschutzvorrichtung 6 steht in leitender Verbindung mit einer Einheit 7 zur Steuerung und Bewirkung der gleichzeitigen Zufuhr und Abfuhr von Luft zu und von der Staubschutzvorrichtung 6, wie im folgenden unter Bezugnahme auf Fig. 2-4 beschrieben wird. Die Luftsteuerungseinheit 7 umfaßt eine Hauptsteuerungseinrichtung 7A, bspw. einen Computer, eine Luftpumpeinrichtung 7', bspw. ein Gebläse oder eine Pumpe, eine Luftsaugeeinrichtung 7", bspw. ein Gebläse oder eine Pumpe und eine Hochdruckeinrichtung 7'', bspw. ein Kompressor. Die Hauptsteuerungseinrichtung 7A kann mit einem oder mehreren Drucksensoren verbunden sein, wie im folgenden beschrieben wird.

[0031] Wie in den Fig. 2-4 genauer gezeigt, umfaßt die Staubschutzvorrichtung 6 ein Gehäuse 8, das einen Flansch 9 an einem ersten Ende zur direkten Befestigung am Lenkabschnitt 2" (angedeutet mit gestrichelten Linien in Fig. 2-4) mit Hilfe von Schrauben oder dergleichen (nicht gezeigt), die sich durch Löcher (nicht gezeigt) im Flansch 9 erstrecken, aufweist. Ein longitudinaler Kanal 11 erstreckt sich von einer Strahlungseinlaßöffnung 12 am ersten Ende zu einer Strahlungsauslaßöffnung 13 am entgegengesetzten zweiten Ende. Im installierten Zustand ist die Strahlungsauslaßöffnung 13 der Bearbeitungsfläche S' zugewandt und Strahlung wird durch den Kanal 11 zwischen dem Lenkabschnitt 2" und der Oberfläche des Streifens S (angedeutet mit doppelstrichpunktlierten Linien in Fig. 2-4) übertragen. Das Gehäuse 8 weist ein Beobachtungsfenster W auf, welches die Inspektion des Kanals 11 während des Betriebs der Staubschutzvorrichtung 6 erlaubt. Das zweite Ende kann oder kann nicht mit der Führungseinrichtung 5 (nur gezeigt in Fig. 1) verbunden sein. Der Abstand von der Strahlungsauslaßöffnung 13 zur Streifenoberfläche ist im allgemeinen kleiner als ein oder zwei Zentimeter.

[0032] Wie in Fig. 3 gezeigt, sind zwei entgegengesetzte Lufteinlaßöffnungen oder -aperturen 16, 17 in einem Seitenbandbereich des Kanals 11 gebildet. In der gezeigten Ausführungsform, wie gezeigt in Fig. 6, wird der Kanal 11 von vier Seitenwänden begrenzt und weist im allgemeinen einen quadratischen oder rechteckigen Querschnitt in der lateralen Richtung auf. Die Lufteinlaßöffnungen 16, 17, die jeweils in Form und Abmessungen identisch sind, erstrecken sich jeweils über eine entsprechende Seitenwand 14, 15 des rechteckigen Kanals 11. Die Öffnungen 16, 17 kommunizieren mit einer entsprechenden Lufteinlaßkammer 18, 19, die jeweils einen Zapfen 20, 21 zur Verbindung mit der Luftpumpeinrichtung 7' mit Hilfe von Schläuchen H₁ oder dergleichen (Fig. 1) aufweisen.

[0033] Unter Bezugnahme auf Fig. 3 sind zwei entgegengesetzte Luftauslaßöffnungen oder -aperturen 22, 23 in den Seitenwänden 14, 15 in der Nähe der Strahlungsauslaßöffnung 13 gebildet. Die Luftauslaßöffnungen 22, 23, die jeweils in Form und Abmessungen identisch sind, erstrecken sich jeweils über eine entsprechende Seitenwand 14, 15 des rechteckigen Kanals 11. Die Öffnungen 22, 23 kommunizieren mit einer entsprechenden Luftauslaßkammer 24, 25, die jeweils einen Zapfen 26, 27 zur Verbindung mit der Luftsaugeeinrichtung 7" mit Hilfe von Schläuchen H₂ oder dergleichen (Fig. 1) aufweisen.

[0034] Im Betrieb führt die Luftpumpeinrichtung 7' kontinuierlich und symmetrisch Luft zu den Lufteinlaßöffnungen 16, 17. Auf diese Weise werden zwei entgegengesetzte sym-

metrische Luftströme, die lateral zur Mitte des Kanals 11 gerichtet sind, wie durch die Pfeile in Fig. 3 gezeigt, durch die Lufteinlaßöffnungen 16, 17 erzeugt. Gleichzeitig wird Luft in zwei entgegengesetzten Richtungen symmetrisch abge-

saugt, wie durch Pfeile in Fig. 3 gezeigt, von einem Bereich in der Nähe der Strahlungsauslaßöffnung 13 durch die zwei entgegengesetzten Luftauslaßöffnungen 22, 23. Daher saugt die Luftsaugeeinheit 7" kontinuierlich Luft durch die Luftauslaßöffnungen 22, 23 ab, wodurch ein Bereich R₀, schematisch in Fig. 4 angedeutet, mit im wesentlichen Umgebungsdruck erzeugt wird. Auf diese Weise wird Umgebungsdruck an der Strahlungsauslaßöffnung 13 und an der Bearbeitungsfläche S' erzeugt. Die durch die Öffnungen 16, 17 eintretenden Luftströme treffen sich und bilden in einem

in Fig. 4 angedeuteten Bereich R₁ einen zusammengesetzten Luftstrom in der longitudinalen oder vertikalen Richtung zur Strahlungsauslaßöffnung 13 und der Bearbeitungsfläche S' hin. Da die Öffnungen 16, 17 sich über eine entsprechende Seite des rechteckigen Kanals 11 erstrecken, wird

der longitudinale Luftstrom im wesentlichen über den gesamten Querschnitt des Kanals erzeugt.

[0035] In der gezeigten Ausführungsform sind die Kanalwände 14, 15 in einem Bereich R₁ zur Mittellinie L des Kanals 11 geneigt, so daß sich der Querschnitt kontinuierlich zur Strahlungsauslaßöffnung 13 hin verkleinert. In dieser Anordnung wird der longitudinale Luftstrom zur Strahlungsauslaßöffnung 13 im Bereich R₁ beschleunigt. Es wurde herausgefunden, daß dies die Fähigkeit der Vorrichtung 6 zum Schutz des Lenkabschnitts 2" vor dem an der Bearbeitungsfläche S' erzeugten Staub verbessert.

[0036] Es wurde herausgefunden, daß für einen optimalen Betrieb die Strahlungsauslaßöffnungen 22, 23 zur Mittellinie L hin vorzugsweise um einen Winkel von etwa 30°-60° geneigt sein sollten, so daß die Öffnungen 22, 23 zu einem gewissen Grad der Strahlungsauslaßöffnung 13 zugewandt sind. Es wurde herausgefunden, daß dies die Eignung zum Entfernen von Staub von der Bearbeitungsfläche, sowie die Eignung zur Erzeugung eines im wesentlichen einheitlichen Umgebungsdrucks im Bereich R₀ an der Öffnung 13 verbessert. Um die Einheitlichkeit der Druckverteilung im Bereich R₀ weiter zu verbessern, sollte die gesamte Oberfläche der Öffnungen 22, 23 etwa 2/3 der Oberfläche der Strahlungsauslaßöffnung 13 betragen.

[0037] Wie in Fig. 4 gezeigt, wird ein Bereich ruhender Luft mit einem vergleichsweise hohen Druck im Kanal unmittelbar hinter dem Bereich R₁ erzeugt. Somit wird eine Druckspur im Bereich R₂ erzeugt, d. h. ein Druckgradient mit einem sich zur Strahlungseinlaßöffnung 12 hin erhöhenden Druck. Diese Druckspur wirkt unterstützend darin, Staub am Hirreichen des Lenkabschnitts 2" zu hindern.

[0038] In einigen Kanalgeometrien können sich Sogbereiche bilden, insbesondere in den Ecken des Kanals 11. In solchen Sogbereichen oder stillen Bereichen könnte Staub entlang den Wänden des Kanals 11 gleiten und somit den Bereich R₁ überwinden. Daher sind, wie gezeigt in Fig. 2 und 6, eine Anzahl von strömungserzeugenden Durchgängen 28, die in den Kanal 11 münden, zwischen der Strahlungseinlaßöffnung 12 und den Lufteinlaßöffnungen 16, 17 vorgesehen. Die Durchgänge 28 sind zur Bildung von Strömen J eingerichtet, die zu einem Mittelpunkt P in der Bearbeitungsfläche S', d. h. auf der Streifenoberfläche, gerichtet sind, wie durch die einfachen Pfeile in Fig. 3 und 4 angedeutet. Speziell sind fünf Durchgänge 28 in jeder lateralen Ecke des Kanals 11 gebildet, wie in Fig. 6 gezeigt. Die zwanzig Durchgänge 28 kommunizieren mit einer gemeinsamen ringförmigen Kammer 29, die mit der Hochdruckeinrichtung 7'' der Luftsteuerungseinheit 7 verbindbar ist, z. B. mit Hilfe eines Schlauchs H₃ (Fig. 1). Aufgrund der den erzeug-

ten Luftströmen J innenwohnenden Verbreitung wird ein Luftstrom entlang der Kanalwände erzeugt. Dieser periphere Luftstrom zerstört die obengenannten Sogbereiche. Die Ströme J haben die zusätzliche Aufgabe, Staubteilchen, die an der Bearbeitungsfläche S' während des Gravivorgangs erzeugt werden, wegzubrechen.

[0039] Die Staubschutzvorrichtung gemäß der bevorzugten Ausführungsform der Fig. 1-6 umfaßt eine zusätzliche Staubschutzanordnung 30. Diese Anordnung 30 erzeugt einen lateralen Luftschieleier über den vollen Querschnitt des Kanals 11 in einem Bereich R3 (angedeutet in Fig. 4) zwischen dem Bereich R2 und der Strahlungseinlaßöffnung 12. Dieser laterale Luftschieleier ist zum Erfassen und Entfernen von sämtlichem Staub, der die Bereiche R1 und R2 durchquert, z. B. schweren Teilchen, eingerichtet. Wie in Fig. 3 gezeigt, sind zwei entgegengesetzte Öffnungen oder Aperaturen 31, 32 in einem Seitenwandbereich des Kanals 11 gebildet. Die Öffnungen 31, 32 erstrecken sich über eine entsprechende Seitenwand des rechteckigen Kanals 11. Die Öffnungen 31, 32 kommunizieren mit einer entsprechenden Luftkammer 33, 34, die jeweils einen Zapfen 35, 36 zur Verbindung mit der Luftsteuerungseinheit 7 mit Hilfe eines entsprechenden Schlauchs H1', H2' oder dergleichen (Fig. 1) aufweisen. Die Öffnung 31 ist mit der Pumpeneinrichtung 7 verbunden und weist einen sich in den Kanal 11 erstreckenden Versorgungsschnabel 31' auf. Die Öffnung 32 ist mit der Lufsaugeinrichtung 7" verbunden und weist einen sich in den Kanal 11 erstreckenden Aufnahmeschnabel 32' auf. Der Versorgungsschnabel 31' ist zur Bildung der eintretenden Luft zu einem lateralen Schleier ausgebildet, und der Aufnahmeschnabel 32', der in der longitudinalen Richtung etwas größer ist, ist zur Aufnahme im wesentlichen sämtlicher den Schnabel 31' verlassenden Luft eingerichtet. Im Betrieb sind die Luftzufluhr- und -abfuhraten durch die Öffnungen 31, 32 im wesentlichen ausgeglichen, so daß der laterale Luftstrom mit minimaler Wechselwirkung mit den äußeren Bereichen R0-R2 im Kanal 11 betrieben wird.

[0040] Die in den Figuren gezeigte Ausführungsform wurde in einer Laserbearbeitungsvorrichtung mit zufriedenstellenden Ergebnissen verwendet. Dabei liefert die Luftpumpeinrichtung 7' Luft mit einer Rate von etwa 10.000 bis 30.000 l/min zu den Öffnungen 16, 17, 31, gleichverteilt zwischen diesen drei. Die Hochdruckeinrichtung 7" liefert Luft bei einem Druck von 0.15--0.4 MPa (1.5-4 bar) zur ringförmigen Kammer 29, wodurch Luft zu den strömungs-erzeugenden Durchgängen 28, die jeweils einen Durchmesser von etwa 1.5 mm aufweisen, gleichverteilt geliefert. Gleichzeitig wird die Lufsaugeinrichtung 7" mit Hilfe der Hauptsteuerungseinrichtung 7A zum Abführen von Luft von den Öffnungen 22, 23, 32 gesteuert. Die Luftströme werden in solcher Weise gesteuert, daß im wesentlichen Umgebungsdruck an der Strahlungsauslaßöffnung 13, und dadurch ebenfalls am Bearbeitungsbereich S' auf dem Streifen S erzeugt wird. In einer Ausführung wird dies ohne Rückkopplungssteuerung durch einfaches Ausgleichen der in das Gehäuse 8 ein- und austretenden Luftströme erreicht. In einer anderen Ausführungsform wird die Abführung von Luft aktiv durch die Steuerungseinheit 7A auf der Grundlage der Signale von einem oder mehreren Drucksensoren (die Sensoren 37, 38 in Fig. 3), die im Zusammenhang mit dem Kanal 11 eingerichtet sind, gesteuert. Alternativ können sämtliche Luftströme in das und aus dem Gehäuse 8 individuell und aktiv mit Hilfe der Steuerungseinrichtung 7A gesteuert werden.

[0041] Die Größe der Druckabweichung von der Umgebung, die an der Öffnung 13 toleriert werden kann, hängt von der Art des Werkstücks ab. Mit dem vorliegenden Werkstück wird der Druck an der Strahlungsauslaßöffnung

13 vorzugsweise innerhalb von ± 1 kPa (± 10 mbar) des Umgebungsdrucks gesteuert, um die Position oder Form des Streifens S während des Gravivorgangs nicht unerwünscht zu beeinträchtigen.

[0042] Wie in Fig. 3-6 gezeigt, umfaßt die Staubschutzvorrichtung 6 eine zusätzliche Reinigungsanordnung 40. Die Reinigungsanordnung 40 ist am ersten Ende des Gehäuses 8 vorgesehen, d. h. dem Lenkabschnitt 2" zugewandt. Die Reinigungsanordnung 40 umfaßt zwei laterale hohle Röhren 41, 42, die mit einer äußeren Verbindung 43 (Fig. 6) des Gehäuses 8 verbunden sind. Die Verbindung 43 ist wiederum mit der Hochdruckeinrichtung 7" mit Hilfe eines Schlauchs H3' oder dergleichen (Fig. 1) verbunden. In der Unisfangswand jeder Röhre 41, 42 sind eine oder mehrere Reihen von Löchern 44 vorgesehen. Jede Reihe von Löchern 44 ist relativ zur lateralen Richtung versetzt und dadurch in der Lage, Luft zur Strahlungseinlaßöffnung 12 hin zu richten, um auf dem Lenkabschnitt 2" abgelagerten Staub zu entfernen. Vorzugsweise wird die Luftsteuerungseinheit 7 zur unterbrochenen Luftzufluhr durch die Reinigungsanordnung 40 betrieben, so daß Luft in kurzen Stößen von den Reihen von Löchern 44 (Fig. 5) ausgesandt wird. Die Reinigungsanordnung 40 wird vorzugsweise immer dann benutzt, wenn Staub auf dem Lenkabschnitt 2" abgelagert worden sein könnte, bspw. nach dem Wiederanlaufen der Lasergravivvorrichtung nach einer Stilllegung oder Unterbrechung in der Produktion.

[0043] Die Staubschutzvorrichtung 6 kann in vielfältiger Weise modifiziert werden, ohne den in den Ansprüchen definierten Schutzbereich zu verlassen. Bspw. könnte jede Anzahl von Öffnungen zur Erzeugung des longitudinalen Luftstroms im Bereich R1 und des lateralen Luftstroms im Bereich R3 vorgesehen sein. Es könnten auch weitere Luftauslaßöffnungen vorgesehen sein, um die Drucksteuerung an der Strahlungsauslaßöffnung 13 zu verbessern. Weiterhin könnte eine andere Anordnung der Luftöffnungen verwendet werden, um die gewünschte Strömungsverteilung im Kanal 11 zu erzielen. Das obige betrifft ebenfalls die strömungsverzweigenden Öffnungen 28.

[0044] Die Luftsteuerungseinheit 7 kann eine Art von Filter (nicht gezeigt) enthalten, um Staubteilchen im Luftstrom aus der Staubschutzvorrichtung 6 zu entfernen. Es können auch andere Gase als Luft verwendet werden.

[0045] Zusätzlich zur oben beschriebenen Staubschutzvorrichtung 6 bezieht sich die Erfindung ebenfalls auf ein Verfahren zum Schutz einer Lasereinrichtung 2 vor Staub, der während der Laserbearbeitung eines Werkstücks, in diesem Fall eines Streifens S, in einem Bearbeitungsbereich S' erzeugt wird. Im breitesten Sinne umfaßt dieses Verfahren die Schritte, im wesentlichen Umgebungsdruck im Bearbeitungsbereich S' zu erzeugen und in einem Bereich R1 zwischen dem Bearbeitungsbereich S' und der Lasereinheit 2 einen longitudinalen Gasstrom zu erzeugen, der zum Bearbeitungsbereich S' hin gerichtet ist.

[0046] Die erforderliche Vorrichtung und Verfahren können zum Schutz anderer Arten von Markierungseinheiten zur nicht-mechanischen Bearbeitung von Werkstücken dienen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Schutz einer Lasereinheit (2) vor Staub während der Laserbearbeitung eines Bearbeitungszieles oder Werkstücks (S) in einem Bearbeitungsbereich (S'), das die Schritte umfaßt:
Erzeugung von im wesentlichen Umgebungsdruck im Bearbeitungsbereich (S'), und
Erzeugung eines zum Bearbeitungsbereich (S') hin ge-

- richteten longitudinalen Gasstroms in einem ersten Bereich (R1) zwischen dem Bearbeitungsbereich (S') und der Lasereinheit (2).
2. Verfahren nach Anspruch 1, das weiterhin die Schritte gleichzeitiger Gaszufuhr zum ersten Bereich (R1) zwischen dem Bearbeitungsbereich (S') und der Lasereinheit (2) und Absführung des Gases in der Nähe des Bearbeitungsbereichs (S') umfaßt.
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der longitudinale Gasstrom zum Bearbeitungsbereich (S') hin beschleunigt wird.
 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Bereich (R1) in einem Kanal (11) eines Gehäuses (8) angeordnet ist, das zwischen der Lasereinheit (2) und dem Bearbeitungsbereich (S') angeordnet ist, wobei sich der Kanal (11) zwischen einer Strahlungseinlaßöffnung (12) und einer Strahlungsauslaßöffnung (13) des Gehäuses (8) erstreckt, wobei das Verfahren weiter die Schritte umfaßt: gleichzeitige Zufuhr von Gas zum und Abführung von Gas vom Kanal (11) an getrennten Stellen darin, wobei die Menge von dem Kanal (11) zugeführtem Gas ungefähr gleich der Menge von aus dem Kanal (11) abgeführtem Gas ist.
 5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei der longitudinale Gasstrom im wesentlichen über einen vollen Querschnitt des Kanals (11) erzeugt wird und zur Strahlungsauslaßöffnung (13) hin gerichtet ist.
 6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, welches weiterhin den Schritt der Erzeugung einer Drucksperre in einem zweiten Bereich (R2) im Kanal (11) umfaßt.
 7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei der zweite Bereich (R2) zwischen dem ersten Bereich (R1) und der Lasereinheit (2) angeordnet ist.
 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, wobei Gas in den ersten Bereich (R1) in mindestens einem Paar von diametral entgegengesetzten Gaseinlaßströmen, die zur Bildung des longitudinalen, zum Bearbeitungsbereich (S') hin gerichteten Gasstroms zusammenwirken, zugeführt wird.
 9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei die entgegengesetzten Gaseinlaßströme beim Eintritt in den Kanal (11) im wesentlichen senkrecht zu einer longitudinalen Mittellinie (L) des Kanals (11) gerichtet sind.
 10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, wobei die entgegengesetzten Gaseinlaßströme gemeinsam einen vollen Querschnitt des Kanals (11) überstreichen.
 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 10, welches weiterhin den Schritt einer getrennten Erzeugung eines peripheren Gasstroms entlang eines peripheren Bereichs des Kanals (11) im ersten Bereich (R1) umfaßt, wobei der periphere Gasstrom zum Bearbeitungsbereich (S') hin gerichtet ist.
 12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei mindestens ein Gasstrom (J) zur Bildung des peripheren Gasstroms erzeugt und zum Bearbeitungsbereich (S') hin gerichtet wird.
 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 12, wobei Gas in der Nähe der Strahlungsauslaßöffnung (13) vorzugsweise in mindestens zwei diametral entgegengesetzten Richtungen abgeführt wird.
 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 13, welches weiterhin den Schritt der Erzeugung eines lateralen Gasstroms in einem dritten Bereich (R3) in dem Kanal (11) zwischen entgegengesetzten Öffnungen (31, 32) in einem Seitenwandbereich des Kanals (11) umfaßt.
 15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei der dritte Bereich (R3) zwischen dem ersten Bereich (R1) und der

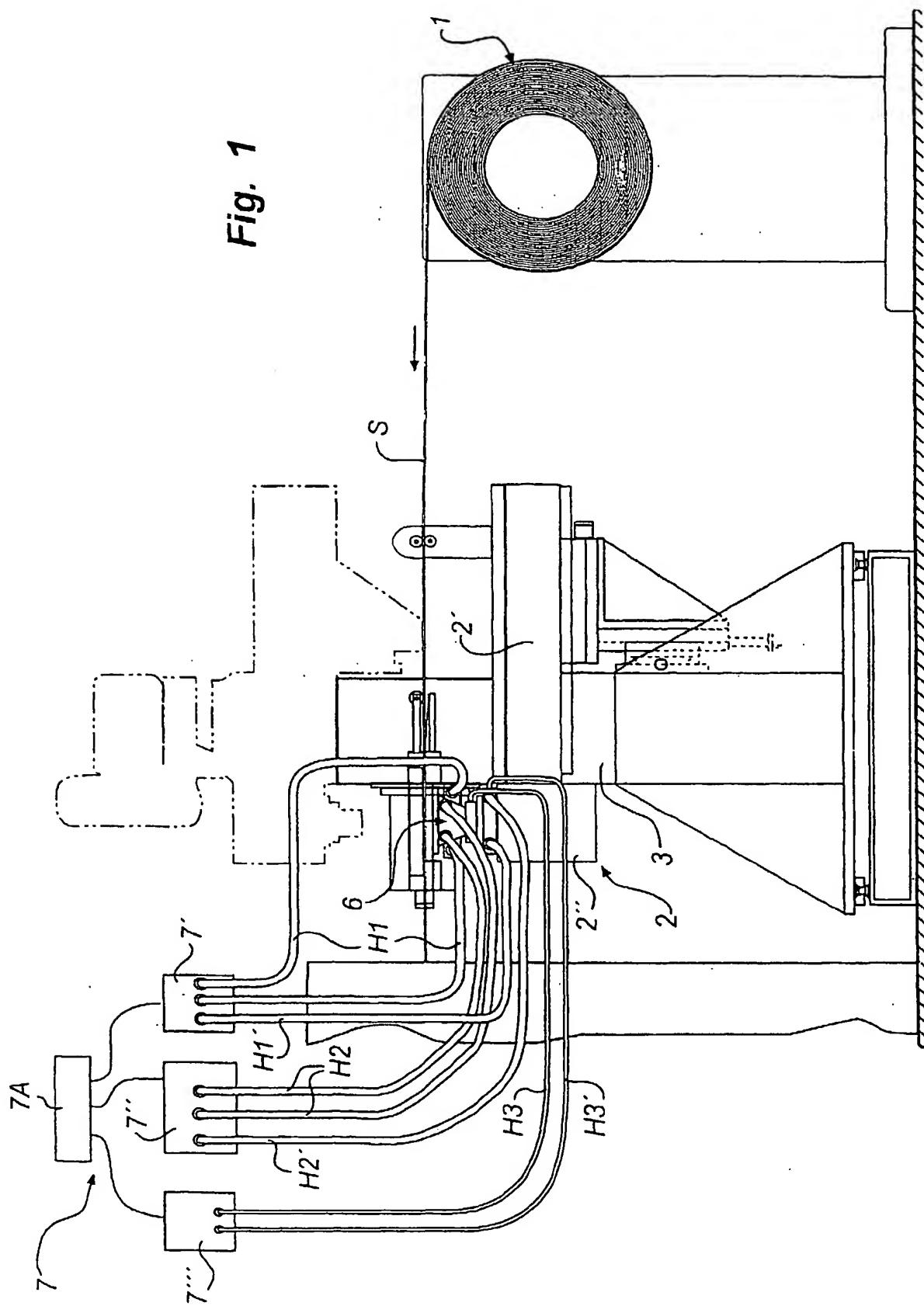
- Lasereinheit (2) angeordnet ist.
16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, wobei der laterale Gasstrom einen vollen Querschnitt des Kanals (11) überstreicht.
 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, wobei der laterale Gasstrom im wesentlichen senkrecht zu einer longitudinalen Mittellinie (L) des Kanals (11) verläuft.
 18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17, wobei Gas durch die entgegengesetzten Öffnungen (31, 32) mit im wesentlichen gleichen Raten dem Kanal (11) zugeführt und von diesem abgeführt wird.
 19. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 18, welches weiterhin die Schritte der Druckmessung an mindestens einer Stelle im Gehäuse (8) und der Steuerung der Gasabführung aus dem Gehäuse (8) auf der Grundlage des gemessenen Drucks umfaßt.
 20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 19, wobei der Druck im Bearbeitungsbereich (S') innerhalb von $\pm 1 \text{ kPa}$ relativ zum Umgebungsdruck aufrechterhalten wird.
 21. Staubschutzvorrichtung zur Anordnung in einer Laserbearbeitungsvorrichtung, wobei die Staubschutzvorrichtung einen Kanal (11) definiert, der sich von einer Strahlungseinlaßöffnung (12) zu einer Strahlungsauslaßöffnung (13) erstreckt, zur Strahlungsübertragung von einer Lasereinheit (2) zu einem Bearbeitungsbereich (S') der Laserbearbeitungsvorrichtung, wobei eine Gassteuerungseinheit (7) in Fluidverbindung mit dem Kanal (11) eingerichtet ist, wobei die Gassteuerungseinheit (7) zur Steuerung der Aufrechterhaltung eines zur Strahlungsauslaßöffnung (13) hin gerichteten longitudinalen Gasstroms in einem ersten Bereich (R1) zwischen der Strahlungsauslaßöffnung (13) und der Strahlungseinlaßöffnung (12), sowie zur Aufrechterhaltung von im wesentlichen Umgebungsdruck an der Strahlungsauslaßöffnung (13) steuerbar ist.
 22. Staubschutzvorrichtung nach Anspruch 21, wobei die Gassteuerungseinheit (7) zur gleichzeitigen Gaszufuhr und Gasabführung vom Kanal (11) in im wesentlichen gleichen Mengen eingerichtet ist.
 23. Staubschutzvorrichtung nach Anspruch 21 oder 22, die weiterhin mindestens eine Gasauslaßöffnung (22, 23) in einem ersten Seitenwandbereich des Kanals (11) in der Nähe der Strahlungsauslaßöffnung (13) und mindestens eine Gaseinlaßöffnung (16, 17) in einem von der Strahlungsauslaßöffnung (13) beabsichtigten zweiten Seitenwandbereich umfaßt, wobei die Gasauslaß- und -einlaßöffnungen (16, 17, 22, 23) mit der Gassteuerungseinheit (7) verbunden sind, die zur Gaszufuhr zur Gaseinlaßöffnung (16, 17) und Gasabführung von der Gasauslaßöffnung (22, 23) steuerbar ist.
 24. Staubschutzvorrichtung nach Anspruch 23, die mindestens ein Paar Gaseinlaßöffnungen (16, 17) umfaßt, die zur Erzeugung von mindestens einem Paar diametral entgegengesetzter Gasströme eingerichtet sind, die zur Bildung des zur Strahlungsauslaßöffnung (13) hin gerichtete longitudinalen Gasstroms zusammenwirken.
 25. Staubschutzvorrichtung nach Anspruch 24, wobei die entgegengesetzten Gasströme zur Bildung einer Drucksperre in einem zweiten Bereich (R2) zwischen dem ersten Bereich (R1) und der Strahlungseinlaßöffnung (12) gesteuert sind, wenn die letztere mit der Lasereinheit (2) verbunden ist.
 26. Staubschutzvorrichtung nach Anspruch 24 oder 25, wobei die entgegengesetzten Gasströme beim Aus-

- treten aus dem Paar von Gaseinlaßöffnungen (16, 17) im wesentlichen senkrecht zu einer longitudinalen Mittellinie des Kanals (11) gerichtet sind.
27. Staubschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 24 bis 26, wobei die Gaseinlaßöffnungen (16, 17) so gestaltet sind, daß die entgegengesetzten Gasströme zusammen einen vollen Querschnitt des Kanals (11) überstreichen, so daß der longitudinale Gasstrom im wesentlichen über einen vollen Querschnitt des Kanals (11) aufrechterhalten wird. 10
28. Staubschutzvorrichtung nach Anspruch 27, wobei der Querschnitt des Kanals (11) die Form eines Quadrats aufweist und sich jede der Gaseinlaßöffnungen (16, 17) entlang einer entsprechenden Seite des Quadrats erstreckt. 15
29. Staubschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis 28, die mindestens ein Paar von Gasauslaßöffnungen (22, 23) umfaßt, die einander diametral entgegengesetzt in der Nähe der Strahlungsauslaßöffnung (13) angeordnet sind. 20
30. Staubschutzvorrichtung nach Anspruch 29, wobei die Gasauslaßöffnungen (22, 23) zur Strahlungsauslaßöffnung (13) hin geneigt sind.
31. Staubschutzvorrichtung nach Anspruch 29 oder 30, wobei die totale Oberfläche der der Strahlungsauslaßöffnung (13) zugewandten Gasauslaßöffnungen (22, 23) etwa 2/3 der Oberfläche der Strahlungsauslaßöffnung (13) beträgt. 25
32. Staubschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 31, weiterhin umfassend mindestens einen im Zusammenhang mit dem Kanal (11) angeordneten Drucksensor (37, 38) zum Bereitstellen von Druckdaten, wobei die Gassteuerungseinheit (7) zur Steuerung der Gasabfuhr durch die Gasauslaßöffnung (22, 23) auf der Grundlage der Druckdaten eingerichtet ist. 30
33. Staubschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 32, wobei der Kanal (11) einen nicht kreisförmigen Querschnitt mindestens im ersten Bereich (R1) aufweist.
34. Staubschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 33, weiterhin umfassend strömungserzeugende Öffnungen (28), die in einem dritten Seitenwandbereich des Kanals (11), vorzugsweise in einer seiner Ecken gebildet sind, wobei die Gassteuerungseinheit (7) zur Gaszufuhr durch die strömungserzeugende Öffnungen (28) zur Erzeugung von zur Strahlungsauslaßöffnung (13) hin gerichteten Gasströmen (J) steuerbar ist, wobei jede strömungserzeugende Öffnung eine Form und Anordnung aufweist, um einen peripheren Gasstrom entlang eines peripheren Bereichs 45 des Kanals (11) mindestens im ersten Bereich (R1) zu erzeugen. 40
35. Staubschutzvorrichtung nach Anspruch 34, wobei der Querschnitt des Kanals (11) die Form eines Vierecks, vorzugsweise eines Quadrats aufweist, und mindestens eine der strömungserzeugenden Öffnungen (28) in jeder Ecke des Vielecks vorgesehen ist. 55
36. Staubschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 35, wobei der Kanal (11) einen sich verrinnernenden Querschnitt zur Strahlungsauslaßöffnung (13) hin mindestens im ersten Bereich (R1) aufweist, so daß der longitudinale Gasstrom zur Strahlungsauslaßöffnung (13) hin beschleunigt wird. 60
37. Staubschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 36, weiterhin umfassend mindestens eine Gaseinlaßöffnung (31) und mindestens eine entgegengesetzte Gasauslaßöffnung (32) in einem dritten Bereich (R3) des Kanals (11), wobei die Gassteuerungs- 65

- einheit (7) zur Gaszufuhr zur Gaseinlaßöffnung (31) und Gasabfuhr von der Gasauslaßöffnung (32) steuerbar ist, um im dritten Bereich einen lateralen Gasstrom aufrecht zu erhalten, der im wesentlichen senkrecht zu einer longitudinalen Mittellinie (L) des Kanals (11) verläuft.
38. Staubschutzvorrichtung nach Anspruch 37, wobei der dritte Bereich (R3) zwischen dem ersten Bereich (R1) und der Strahlungseinlaßöffnung (12) angeordnet ist.
39. Staubschutzvorrichtung nach Anspruch 37 oder 38, wobei die Gaseinlaß- und -auslaßöffnungen (31, 32) so gestaltet sind, daß der laterale Gasstrom einen vollen Querschnitt des Kanals (11) überstreicht.
40. Staubschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 37 bis 39, wobei die Gassteuerungseinheit (7) zur gleichzeitigen Gaszufuhr und Gasabfuhr jeweils von den Gaseinlaß- und -auslaßöffnungen (31, 32) in im wesentlichen gleichen Mengen eingerichtet ist.
41. Staubschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 40, wobei die Gassteuerungseinheit (7) zur Aufrechterhaltung des Drucks an der Strahlungsauslaßöffnung (13) innerhalb von ± 1 kPa relativ zum Umgebungsdruck eingerichtet ist.
42. Laserbearbeitungsvorrichtung umfassend eine Lasereinheit, eine Führungseinheit (5) zum Führen eines Werkstücks oder Bearbeitungsziels (S) an einem Bearbeitungsbereich (S') an der Lasereinheit (2) vorbei und eine Staubschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 41, wobei die Staubschutzvorrichtung zwischen der Lasereinheit (2) und der Führungseinheit (5) angeordnet ist.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1



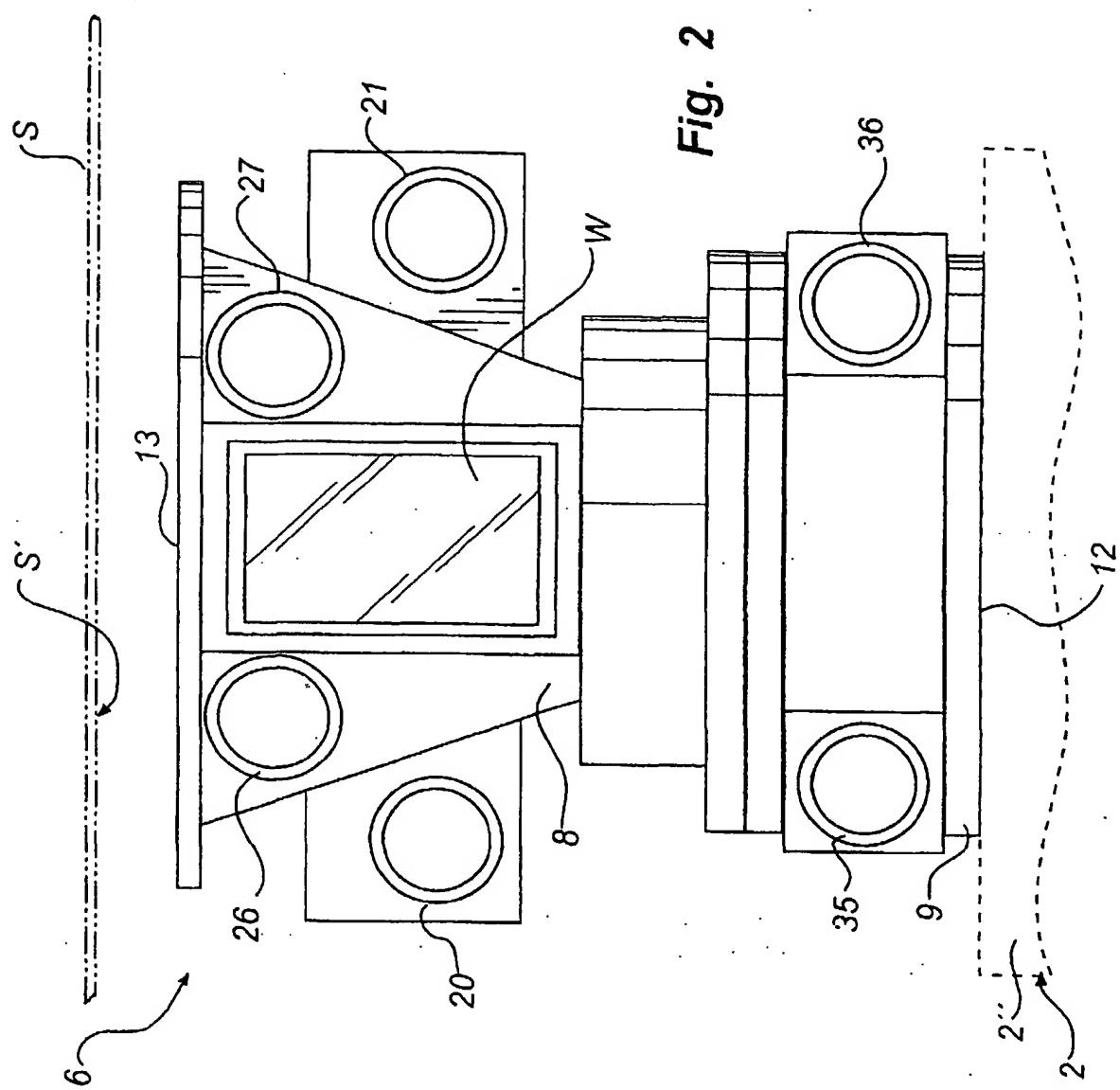


Fig. 2

Fig. 3

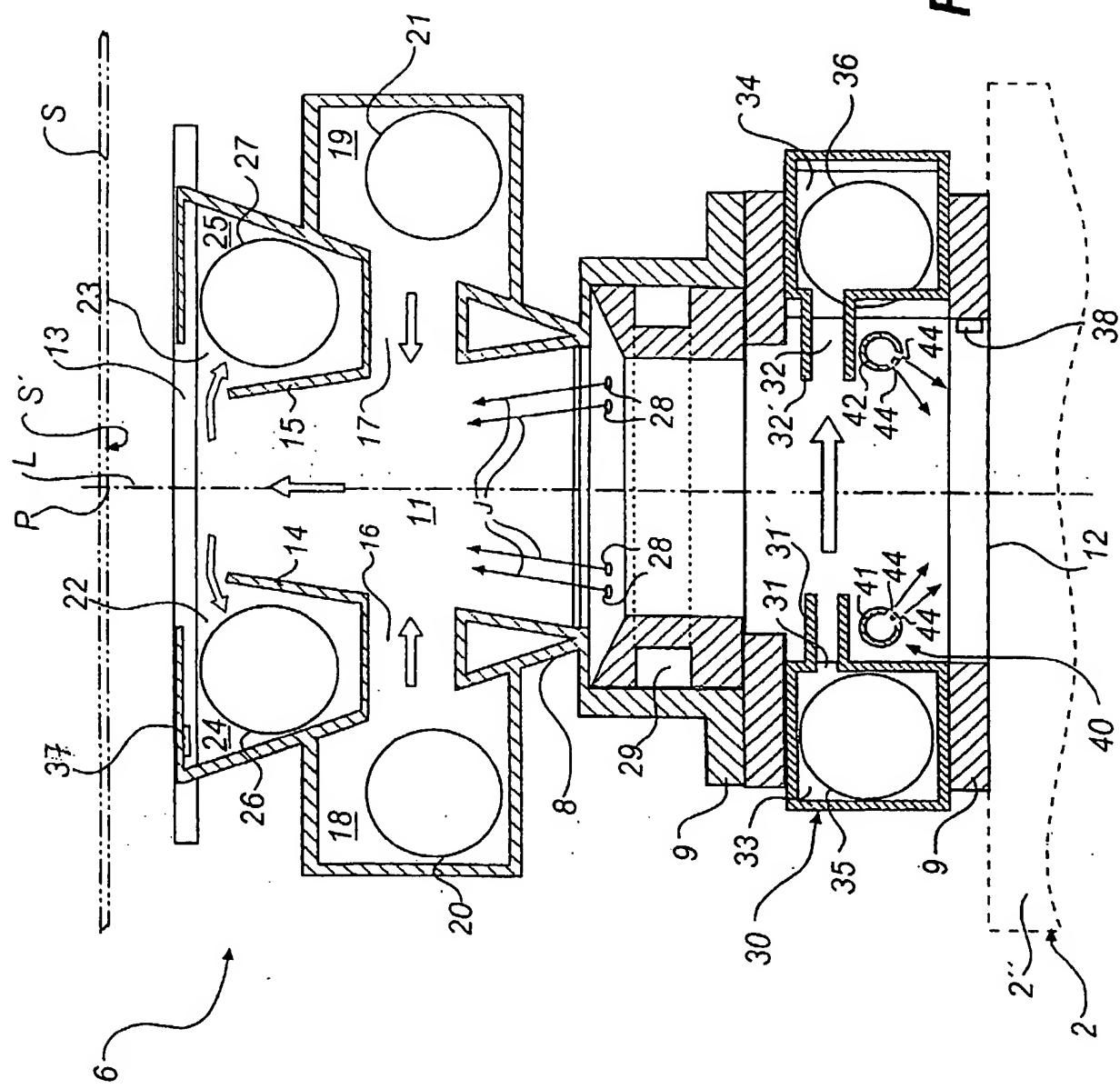


Fig. 4

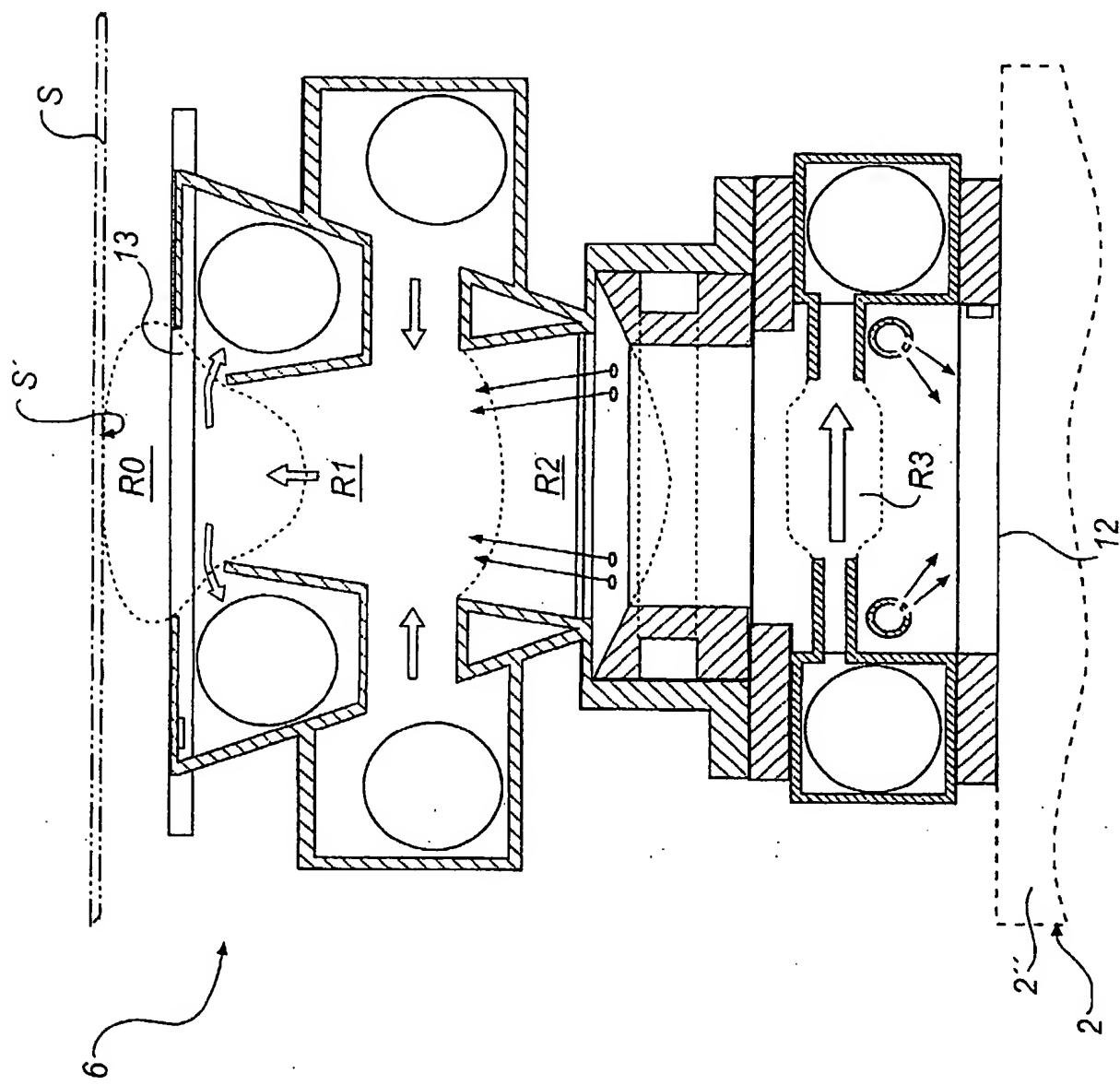


Fig. 5

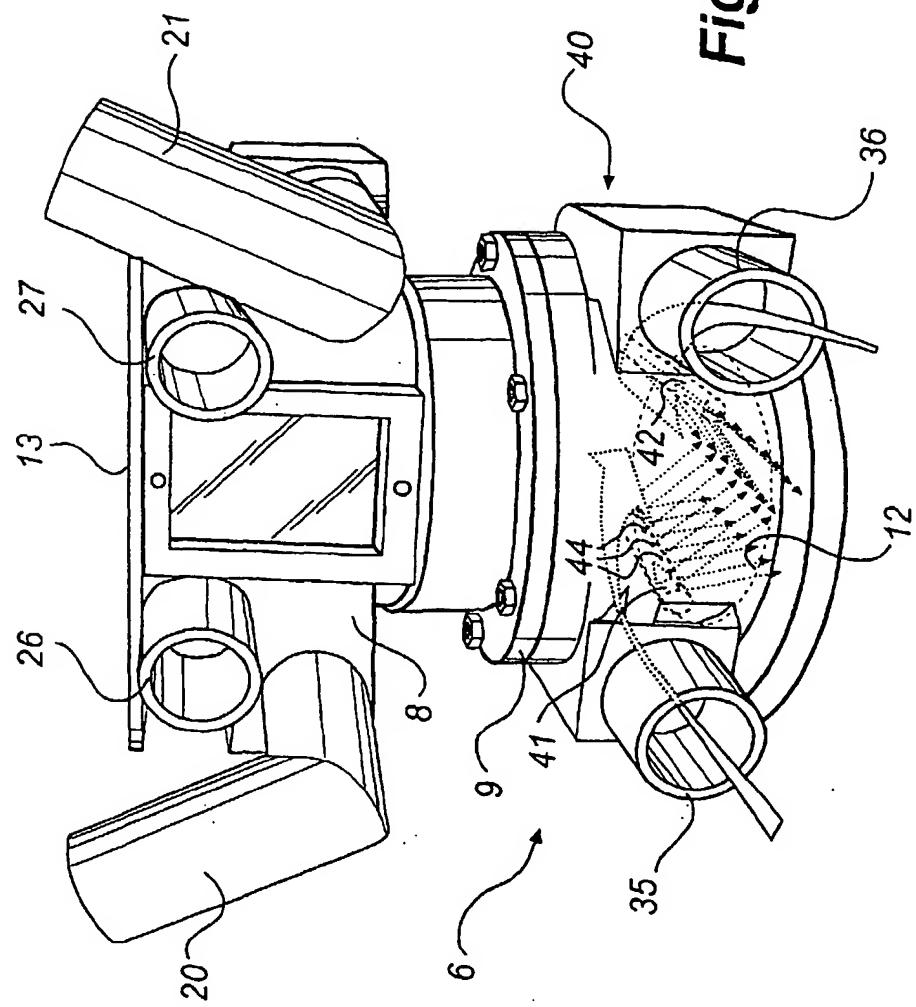


Fig. 6

